

**PENENTUAN STRUKTUR LAPISAN DANGKAL KECEPATAN
GELOMBANG P DAERAH YOGYAKARTA MENGGUNAKAN METODE
FREKUENSI-BILANGAN GELOMBANG**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh
derajat Sarjana Strata Satu (S-1) Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro



Disusun Oleh :

WIJI RAHARJO

J2D 005 207

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2009**

ABSTRACT

It has been done analysis f-k of MERAMEX data at Yogyakarta. The purposes of this analysis are to identify shallow P-wave velocity structure in Yogyakarta that can be used to mitigation of natural disaster, especially earthquake.

F-k method calculating the energy that is distributed between slowness and the propagation of earthquake wave. The wave is received at least 4 station receiver that placed at earth surface. The frequency analyzed using software Geopsy, Dinver, and Surfer.

The results of f-k show that there is closure in Yogyakarta. A high v_p located around CJ3 arrays station, with an average v_p of 3835 m/s which is located in the northeast research area. Low v_p is in the center of Yogyakarta with v_p 400-1200 m/s with north-south directional. A high v_s around AK2 arrays station. At this station has an average v_s of 770 m/s whereas low v_s located in the center of Yogyakarta with v_s 150-250 m/s.

Keywords: frequency-wave number method, P-wave velocity, MERAMEX.

INTISARI

Telah dilakukan analisis frekuensi-bilangan gelombang (f-k) pada data MERAMEX di daerah Yogyakarta. Tujuan analisis f-k untuk mengetahui struktur lapisan dangkal kecepatan gelombang P (v_p) daerah Yogyakarta yang dapat digunakan dalam mitigasi bencana alam, terutama gempabumi.

Metode frekuensi-bilangan gelombang menghitung energi yang didistribusikan antar *slowness* dan arah perambatan gelombang gempa. Gelombang diterima oleh minimal 4 stasiun penerima yang tersusun di atas permukaan bumi. Frekuensi yang diterima kemudian dilakukan analisis f-k dengan menggunakan perangkat lunak Geopsy, Dinver dan Surfer.

Hasil analisis f-k berupa klosur v_p di daerah Yogyakarta. V_p yang tinggi terdapat di sekitar *array* stasiun CJ3, dengan v_p rata-rata sebesar 3835 m/s yang terletak di bagian timur laut daerah penelitian. V_p rendah terdapat di bagian tengah dengan v_p 400-1200 m/s berarah utara-selatan. Nilai v_s yang tinggi di daerah tenggara berada di *array* stasiun AK2 besarnya 770 m/s, sedangkan v_s rendah berada di Yogyakarta bagian tengah dengan v_s 150-250 m/s.

Kata kunci: metode frekuensi-bilangan gelombang, kecepatan gelombang P, MERAMEX.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Yogyakarta merupakan salah satu propinsi di Indonesia yang berada di dekat daerah jalur pertemuan lempeng tektonik Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Hal ini menyebabkan Yogyakarta menjadi sangat rawan terhadap bencana alam terutama gempabumi. Ditinjau dari aspek demografi, sosial ekonomi, dan kekayaan budaya maka Yogyakarta memerlukan sebuah informasi tentang struktur permukaan tanah yang dapat digunakan dalam mitigasi bencana gempabumi.

Teknik dalam geofisika yang umum digunakan dalam penentuan struktur lapisan bawah permukaan adalah tes *borehole* (Jongmans, 1992). Tes *borehole* mempunyai banyak kekurangan yaitu kedalaman yang terbatas dan biaya yang mahal. Metode alternatif yang digunakan adalah inversi gelombang permukaan dengan sumber buatan. Metode inversi sering digunakan dalam kurun sepuluh tahun terakhir ini. Permasalahan juga muncul dalam metode ini, yaitu kedalaman yang terbatas dan sulit membangkitkan gelombang dengan frekuensi rendah pada sumber aktif buatan (Stokoe, 1989; Jongmans, 1992). Beberapa tahun terakhir ini, penelitian dengan mengukur *ambient vibration* pada *array* sensor digunakan untuk menentukan profil gelombang permukaan (Tokimatsu, 1997; Satoh *et al*, 2001; Scherbaum *et al*, 2002). *Ambient vibration* adalah getaran tanah yang disebabkan oleh pengaruh disekitar seismograf, sering disebut juga dengan mikrotremor (Wathelet, 2005). Ada dua metode yang sering digunakan dalam penentuan kecepatan gelombang permukaan, yaitu metode frekuensi-bilangan gelombang (Lacoss *et al*, 1969) dan *Spatial Autocorrelation* (SPAC) (Aki, 1957).

Metode frekuensi-bilangan gelombang merupakan salah satu cara untuk mengetahui struktur lapisan bawah permukaan tanah dengan analisis gelombang permukaan yaitu dengan menghitung tenaga yang didistribusikan antar *slowness* dan arah perambatannya. Metode frekuensi-bilangan gelombang menganggap bahwa gelombang bidang horisontal menjalar sepanjang *array* sensor yang berada di permukaan tanah. Waktu relatif yang terukur di semua sensor dapat digunakan untuk menghitung arah penjalaran, kecepatan dan frekuensi. Metode frekuensi-bilangan gelombang dapat digunakan dengan sumber getaran yang berasal dari

alam maupun buatan manusia, sehingga sangat mudah untuk digunakan, selain itu metode frekuensi-bilangan gelombang ini lebih murah daripada *survey* geofisika lainnya. Kelemahan dari metode frekuensi-bilangan gelombang adalah penggunaan stasiun penerima yang banyak dan jarak pemasangan sensor yang dekat. Stasiun penerima yang sedikit dapat membuat analisis frekuensi-bilangan gelombang tidak akurat.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang ada dalam penelitian ini adalah bagaimana cara menentukan struktur lapisan permukaan tanah dangkal berdasarkan kecepatan gelombang P dengan menggunakan metode frekuensi bilangan gelombang.

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini, antara lain:

- a) Penelitian ini menggunakan data MERAMEX (MERapi AMphibian Experiment) untuk data tanggal 5 September 2004.
- b) Penelitian hanya ditekankan untuk daerah Yogyakarta.
- c) Analisis hanya dilakukan untuk gelombang permukaan.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur lapisan bawah permukaan tanah Yogyakarta dengan menggunakan metode frekuensi dan bilangan gelombang.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang struktur lapisan bawah permukaan tanah yang dapat digunakan dalam mitigasi bencana alam terutama gempa bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aki, K. and Richards, P.G. 1980. *Quantitative Seismology: Theory and Methods*. W.H. Freeman, San Francisco.
- Bath, M. 1979, *Introduction to Seismology*, 2nd edition. Baselo: Birkhauser Verlag. Baselo.
- Brotospito, Kirbani Sri., Tiar Prasetya, Ferry Markus Widigdo. 2006. *Percepatan Getaran Tanah Maksimum Daerah Istimewa Yogyakarta 1943-2006*. Jurnal Geofisika.
- Claprod, M. and Asten, M.W., 2008. *Combined Use of SPAC, FK and HVSr Microtremor Survey Methods for Site Hazard Study Over the Tamar Valley, Launceston, Tasmania*: Submitted to Exploration Geophysics. Preprint available online at www.geosci.monash.edu.au/research/CEGAS
- Lay, T and Wallace, T.C. 1995, *Modern Global Seismology*, Academic Press, San Diego.
- Mac Donald, K.C. 1984. *Investigation Land of Yogyakarta*. Journal of Geophysical Research.
- MERAMEX. 2004. *Seismic Data Recorded at Central Java June-October 2004, Merapi Amphibian Experiment, Joint Research Project between GFZ Potsdam Germany-Directorate Vulcanology and Geologic Hazard Mitigation Indonesia*.
- Nguyen, F., Rompaey, V., Teerlynck, H., Van Camp, M., Jongmans, D., and Camelbeeck, T., 2004. *Use of Microtremor Measurement for Assessing Site Effects in Northern Belgium – Interpretation of The Observed Intensity During The Ms=5.0 June 11 1938 Earthquake*: Journal of Seismology. 41–56.
- Ohrnberger, M. E. Schissle, C. Cornou, S. Bonnefoy-Claudet, M. Wathelet, A. Savvaidis, F. Scherbaum, and D. Jongmans. *Frequency Wavenumber and Spatial Autocorrelation Methods for Dispersion Curve Determination from Ambient Vibration Recordings*. In Proc. of 13th World Conf. on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C. Canada. August 1-6, 2004.
- Okada, H. 2003 *The Microseismic Survey Method: Society of Exploration Geophysicists of Japan*. Translated by Koya Suto. Geophysical Monograph Series No. 12. Society of Exploration Geophysicists.
- Press, F. 1966. *Seismic velocities. Handbook of Physical Constants*. Clark, S.G. (Ed.). 195–218 Geological Society of America.
- Rahardjo, W., Sukandarrumudi, Rosidi, H.M.D. 1995. *Peta Geologi lembar Yogyakarta, Jawa. Skala 1: 100.000*. Pusat Penelitian dan pengembangan Geologi. Bandung
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environment Geophysics*. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Roberts, J.C., and Asten, M.W., 2004. *Resolving A Velocity Inversion at The Geotechnical Scale Using The Microtremor (Passive Seismic) Survey Method*: Exploration Geophysics. 14–18.
- Rost, S., and C. Thomas. 2002. *Array seismology: Methods and applications*. Rev. Geophys., 40(3), 1008.
- Satoh, T. H. Kawase, T. Iwata, S. Higashi, T. Sato, K. Irikura, and H.-C. Huang. 2001. *S-Wave Velocity Structure of the Taichung Basin, Taiwan, Estimated from Array and Single-Station Records of Microtremors*. Bull. Seism. Soc. Am., 91:1267–1282.
- Satoh, T. H. Kawase, and S. I. Matsushima. 2001. *Estimation of S-Wave Velocity Structures in And Around The Sendai Basin, Japan, Using Array Records of Microtremors*. Bull. Seism. Soc. Am., 91:206–218.
- Scherbaum, F. K.-G. Hinzen, and M. Ohrnberger. 2003. *Determination of Shallow Shear Wave Velocity Profiles in The Cologne/Germany Area Using Ambient Vibrations*. Geophys. J. Int., 152:597– 612.
- Tokimatsu, K. 1997. *Geotechnical Site Characterization Using Surface Waves*. In Ishihara (ed), editor, Proc. 1st Intl. Conf. Earthquake Geotechnical Engineering, volume 3, pages 1333–1368. Balkema.
- Van Bammelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia. Vol 1A*. Government Printing Office. The Hauge: Amsterdam.
- Wathelet, M. 2005. *Array Recordings of Ambient Vibrations: Surface-Wave Inversion*. PhD thesis, Université de Liège, Belgium.
- Wathelet, M., D. Jongmans, and M. Ohrnberger. 2004. *Surface Wave Inversion Using A Direct Search Algorithm and Its Application to Ambient Vibration Measurements*. Near Surface Geophysics, 2:211–221.
- Wathelet, M. D. Jongmans, and M. Ohrnberger. 2005. *Direct Inversion of Spatial Auto Correlation Curves With The Neighborhood Algorithm*. Bull. Seism. Soc. Am., 95:1787–1800.
- Xia, J. R.D. Miller, C.B. Park, and G. Tian. 2003. *Inversion of High Frequency Surface Wave with Fundamental and Higher Modes*. Journal of Applied Geophysics.
- <http://www.geopsy.org>
- <http://disaster.elvini.net/earthquake/surface-wae.gif>